

PAT-NO: JP407099097A

DOCUMENT-IDENTIFIER: JP 07099097 A

TITLE: POWDER PLASMA ARC PADDING-WELDING  
METHOD AND PLASMA TORCH

PUBN-DATE: April 11, 1995

INVENTOR-INFORMATION:

NAME

ADACHI, MASAHIRO

IMAI, MINORU

MIKI, RYOJI

INT-CL (IPC): H05H001/42, B23K010/00 , B23K010/02

ABSTRACT:

PURPOSE: To cladding-weld low-melting-point metallic powder such as white-metal powder by powder plasma arc cladding-welding.

CONSTITUTION: Low-melting-point metallic powder such as white-metal powder is melted to make cladding welding on a base material 12 by using a plasma torch, for blowing out metallic powder toward a plasma arc from powder nozzles 2f2 and 2g2 arranged in the outside of the outlet of the plasma arc, that is, the outlet of an orifice 3. The plasma torch has a nozzle wherein powder nozzles 2f2 and 2g2 are retreated rearward than the outlet 3a of the orifice 3 to a position in the vicinity of the powder nozzle where metallic powder is not melted due to radiation heat. The powder nozzles 2f2 and 2g2 are retreated by 1-4mm from the outlet of the orifice.

COPYRIGHT: (C)1995, JPO

0021  
0024  
AP5

11

ときに、良好な肉盛溶接を得ることができる。

【0038】請求項4及び7の発明によれば、粉体噴出口の中心を通る中心線とオリフィスの中心を通る中心線との間の角度を25〜37.5度としたので、良好な溶接結果を得ることができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明のプラズマトーチの一実施例の要部の断面図である。

【図2】図1のプラズマトーチに用いるノズルの拡大断面図である。

【図3】本発明のプラズマトーチに用いることができるノズルの変形例を示す断面図である。

【図4】本発明のプラズマトーチに用いることができるノズルの他の変形例を示す断面図である。

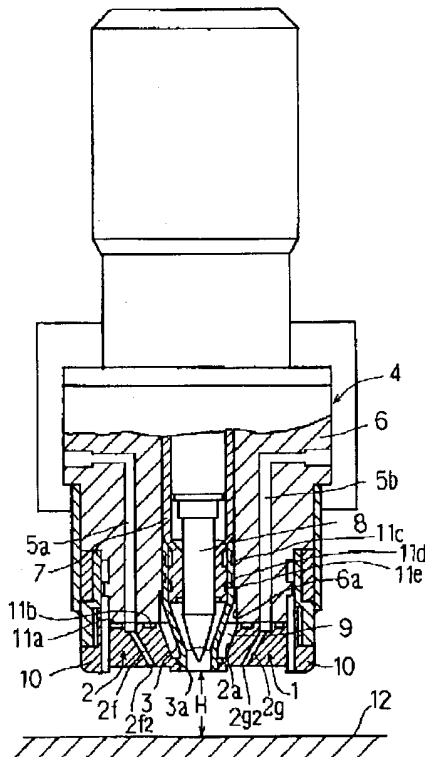
【図5】従来のプラズマトーチのノズルの断面図である。

【符号の説明】

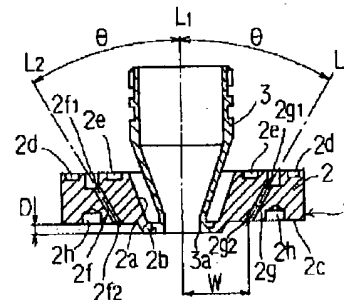
12

- 1 ノズル
- 2 ベース
- 2a 貫通孔
- 2b 段部
- 2c 平坦面
- 2d, 2e 環状溝
- 2f, 2g 粉体噴射路
- 2f2, 2g2 粉体噴出口
- 3 オリフィス
- 3a オリフィスの出口（プラズマアークの出口）
- 4 トーチ本体
- 5a, 5b 粉末供給路
- 6 導電部材
- 7 センタリング・ブッシュ
- 8 タングステン電極
- 9 冷却室
- 10 ガスノズル

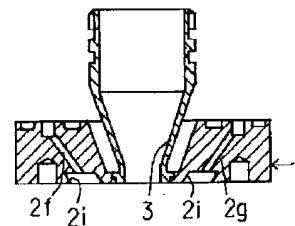
【図1】



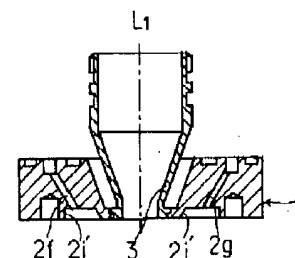
【図2】



【図3】



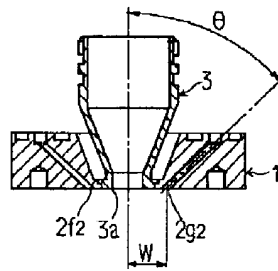
【図4】



(8)

特開平7-99097

【図5】



(11)特許出願公開番号

特開平7-99097

(43)公開日 平成7年(1995)4月11日

(51) Int.Cl. <sup>6</sup>	識別記号	序内整理番号	F I	技術表示箇所
H 0 5 H 1/42		9014-2G		
B 2 3 K 10/00	5 0 4	8315-4E		
10/02	5 0 1 A	8315-4E		

審査請求 未請求 請求項の数7 O.L (全 8 頁)

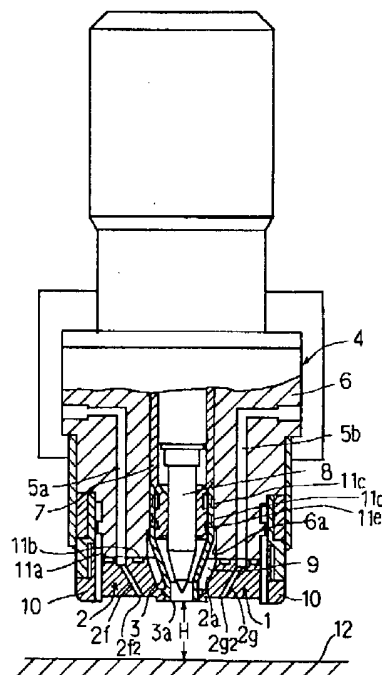
(21)出願番号	特願平5-242416	(71)出願人	000227962 日本ウエルディングロツド株式会社 東京都中央区銀座1丁目13番8号
(22)出願日	平成5年(1993)9月29日	(72)発明者	足立 正博 神奈川県厚木市上荻野1401-130
		(72)発明者	今井 実 神奈川県相模原市田名3285-10
		(72)発明者	三木 良治 神奈川県海老名市東柏ヶ谷5-10-10
		(74)代理人	弁理士 松本 英俊 (外1名)

(54)【発明の名称】 粉体プラズマアーク肉盛溶接方法及びプラズマトーチ

(57) 【要約】

【目的】ホワイトメタル粉末等の低融点金属粉末を粉体プラズマアーク肉盛溶接により肉盛溶接できるようにする。

【構成】プラズマアークの出口即ちオリフィス3の出口の外側に配置した粉体噴出口2f2及び2g2からプラズマアークに向かって金属粉末を噴出させるプラズマトーチを用いて、ホワイトメタル粉末等の低融点金属粉末を溶融させて基材12上に肉盛溶接する。プラズマトーチは、粉体噴出口近傍で輻射熱により金属粉末が溶融しない位置まで粉体噴出口2f2及び2g2がオリフィス3の出口3aより後方に下がったノズルを有する。粉体噴出口2f2及び2g2をオリフィスの出口より1～4mm下げる。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 プラズマトーチを用いてホワイトメタル粉末等の低融点金属粉末を溶融させて基材上に肉盛溶接する粉体プラズマアーク肉盛溶接方法であって、前記プラズマトーチとして、プラズマアークの出口の外側に配置した粉体噴出口から前記プラズマアークに向かって金属粉末を噴出させる構造を有し且つ前記粉体噴出口近傍で輻射熱により前記金属粉末が溶融しない位置まで前記粉体噴出口が前記プラズマアークの出口より後方に下がったプラズマトーチを用いることを特徴とする粉体プラズマアーク肉盛溶接方法。

【請求項2】 前記基材が鋼材であり、前記低融点金属粉末としてホワイトメタル粉末を用いるときには、前記オリフィスの出口と前記基材との間の距離を15～25mmとし、前記粉体噴出口を前記オリフィスの出口より1～4mm下げること特徴とする請求項1に記載の粉体プラズマアーク肉盛溶接方法。

【請求項3】 プラズマガス量を毎分0.8～1.3リットルとすることを特徴とする請求項2に記載の粉体プラズマアーク肉盛溶接方法。

【請求項4】 前記粉体噴出口の中心を通る中心線と前記オリフィスの中心を通る中心線との間の角度を25～35.25度とすることを特徴とする請求項2または3に記載の粉体プラズマアーク肉盛溶接方法。

【請求項5】 プラズマアークの出口の外側に配置した粉体噴出口から前記プラズマアークに向かって金属粉末を噴出させるプラズマトーチであって、前記粉体噴出口近傍で輻射熱により前記金属粉末が溶融しない位置まで前記粉体噴出口が前記プラズマアークの出口より後方に下がっていることを特徴とするプラズマトーチ。

【請求項6】 前記粉体噴出口が前記プラズマアークの出口より1～4mm下がっていることを特徴とする請求項5に記載のプラズマトーチ。

【請求項7】 前記粉体噴出口の中心を通る中心線と前記プラズマアークの中心を通る中心線との間の角度が25～35.25度であること特徴とする請求項6に記載のプラズマトーチ。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【産業上の利用分野】本発明は、ホワイトメタル等の低融点金属をプラズマアークを利用して肉盛溶接する方法及び該方法に用いることができるプラズマトーチに関するものである。

## 【0002】

【従来の技術】製鉄用機械の軸受、重電機器の軸受、船舶の機関の軸受等の軸受滑動部は、高荷重と回転軸の高速回転に耐え得るものでなければならない。そのためこれらの軸受滑動部には、従来から低融点金属であるホ

イトメタルを肉盛溶接している。JISのH5401に規定されたSn、Sb、Cu組成の1種、2種及び2種Bのホワイトメタルの凝固温度範囲は230℃～250℃である。従来、このような低融点金属を鋼板のような基材に肉盛溶接する場合には、鋳掛法とワイヤまたはロッド材料を用いるTIG溶接法による肉盛溶接が用いられていた。

## 【0003】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら鋳掛法では、接合強度を高めるために、鋼板（基材）表面に機械加工によるアリ溝の下地加工を施す必要があるため、作業工程が多くなる問題がある。また鋳掛法では、アリ溝の下地加工を施して肉盛を行っても、界面の溶着強度が低く、肉盛が剥離しやすい問題がある。またTIG溶接では、溶込みが大きいために鋼材（基材）側から肉盛部に希釈してくるFeの量が多くなりやすい。そのためFe量の希釈を抑えるために、少なくとも2層の肉盛溶接を行う必要があり、作業工程が多くなる問題がある。

【0004】本発明の目的は、ホワイトメタル粉末等の低融点金属粉末を肉盛溶接することができる粉体プラズマアーク肉盛溶接方法を提供することにある。

【0005】本発明の他の目的は、ホワイトメタル粉末等の低融点金属粉末を肉盛溶接することができる粉体プラズマアーク肉盛溶接方法に用いるのに適したプラズマトーチを提供することにある。

## 【0006】

【課題を解決するための手段】鋳掛法やTIG溶接法以外の肉盛溶接としては、粉体プラズマアーク肉盛溶接方法が知られている。粉体プラズマアーク肉盛溶接方法は、プラズマアークの熱エネルギーが非常に大きいため、低融点の金属の肉盛溶接には不向きであると考えられており、もっぱら高融点の金属（融点が700℃以上の金属）の肉盛溶接に用いられているのが現状である。したがって当業者の常識に従うと、ホワイトメタルのような低融点金属を粉体プラズマアーク肉盛溶接方法によって基材に肉盛溶接する発想は出てこない。しかしながら本出願の発明者は、溶込みが少なく、1層肉盛溶接でもFe量の希釈を小さくできる粉体プラズマアーク溶接方法を用いて、ホワイトメタルのような低融点金属を基材に肉盛溶接できないものか研究してみた。予想通り、既存のプラズマトーチを用いてホワイトメタルのような低融点金属を基材に肉盛溶接すると、溶接条件を厳密に管理したとしても、プラズマトーチの粉体噴出口近傍で粉末金属が溶融または半溶融状態になってしまうことが判った。そして粉体噴出口近傍で溶融または半溶融状態になった粉末金属が落下せずに粉体噴出口近傍に付着すると、冷却水によって冷却されているノズルによって溶融した粉末金属が冷却されて凝固し、凝固した溶融金属が粉体噴出口を塞いでしまい、連続して肉盛溶接することができないことが判った。

【0007】発明者は当初、プラズマトーチと基材との間の距離が近いために、基材から反射してくる輻射熱が原因となって、粉体噴出口近傍で低融点の粉末金属が溶融または半溶融状態になってしまうのではないかと考えた。そこでプラズマトーチと基材との間の距離を大きくしてアーク長を延ばしてみたが、これによっても粉体噴出口が塞がれる現象はなくならなかった。次に粉体噴出口の位置がプラズマアークの出口に近過ぎるために、粉体噴出口近傍で低融点の粉末金属が溶融または半溶融状態になってしまうのではないかと考えた。そこでプラズマ

マトーチの許容寸法内において許容可能な距離だけ粉体噴出口の位置をプラズマアークの出口から離してみたが、これによっても粉体噴出口が塞がれる現象はなくならなかった。

【0008】このような結果から発明者は、粉体噴出口近傍で低融点の粉末金属が溶融または半溶融状態になってしまう主たる原因が、プラズマアークによる輻射熱のうちプラズマアークの出口及び粉体噴出口が開くプラズマトーチの端面に沿う方向（即ちラジアル方向）に放射される光によって発生す輻射熱にあるのではないかと推測してみた。そこでこのようなラジアル方向に放射される光が直接的に粉体噴出口近傍に当たる量を制限すれば、粉体噴出口近傍で低融点の粉末金属が溶融または半溶融状態になるのを防げるのではないかと考えた。ラジアル方向に放射される光が直接的に粉体噴出口近傍に当たらないようにする方法としては、プラズマアークの出口と粉体噴出口との間に光遮蔽用の突出壁を設けることが考えられたが、このような突出壁を設けるとプラズマアークからの光でこの突出壁が集中的に加熱されてしまい、トーチの冷却性能を大幅に上げなければならず、実用的でないことがわかった。

【0009】そこで本発明では、ラジアル方向に放射される光が直接的に粉体噴出口近傍に当たらないようにするために、プラズマアークの出口より後方に粉体噴出口を下げることにした。

【0010】請求項1～4の発明は、オリフィスを通してプラズマアークにオリフィスの外側に配置した粉体噴出口からプラズマアークに向かって金属粉末を噴出させるプラズマトーチを用いてホワイトメタル粉末等の低融点金属粉末を溶融させて基材上に肉盛溶接する方法を

対象とする。

【0011】請求項1の発明では、プラズマトーチとして粉体噴出口近傍で輻射熱により金属粉末が溶融しない位置まで粉体噴出口をプラズマアークの出口より後方に下げたプラズマトーチを用いる。

【0012】請求項2の発明は、基材が鋼材であり、低融点金属粉末としてホワイトメタル粉末を用いる場合を対象として、プラズマアークの出口と基材との間の距離を15～25mmとする。そして粉体噴出口をプラズマアークの出口より1～4mm下げる。

【0013】請求項3の発明では、プラズマガス量を毎分0.8～1.3リットルとして肉盛り溶接をする。

【0014】請求項4の発明では、粉体噴出口の中心を通る中心線と前記プラズマアークの出口の中心を通る中心線との間の角度を25～37.5度とする。

【0015】請求項5～8の発明は、プラズマアークの出口の外側に配置した粉体噴出口からプラズマアークに向かって金属粉末を噴出させるプラズマトーチを対象とする。請求項5の発明では、粉体噴出口近傍で輻射熱により金属粉末が溶融しない位置まで粉体噴出口をプラズマアークの出口より後方に下げる。

【0016】請求項6の発明では、粉体噴出口をプラズマアークの出口より1～4mm下げる。

【0017】請求項7の発明では、粉体噴出口の中心を通る中心線と前記プラズマアークの出口の中心を通る中心線との間の角度を25～37.5度とする。

【0018】

【作用】前述の通り、粉体噴出口の近傍で低融点金属粉末が溶融する主たる原因は、プラズマアークからラジアル方向に放射される光が直接的に粉体噴出口近傍に当たることであると考えられる。本発明のように、粉体噴出口をプラズマアークの出口より後方に下げると、局部的に加熱される部分を作ることなく、ラジアル方向に放射される光が直接的に粉体噴出口近傍に当たる量を減少させることができる。そこで粉体噴出口近傍で輻射熱により金属粉末が溶融しない位置まで粉体噴出口をプラズマアークの出口より後方に下げると、ホワイトメタル等の低融点金属粉末を用いても、粉体噴出口近傍で粉体が溶融または半溶融状態にならないため、粉体噴出口が溶融して凝固した金属によって塞がれることがなくなる。そのため粉体プラズマアーク肉盛溶接により、低融点金属粉末を用いて支障なく1層肉盛溶接を行うことができる。また粉末の供給がスムーズに行われるため、連続的なアーク状態となり、正常なビード形状が得られるようになる。

【0019】基材から反射してくる輻射熱の影響もあるため、金属粉末の融点やアーク長との関係で粉体噴出口をプラズマアークの出口よりどの程度下げればよいのかは、一義的には定め難い。請求項2及び6の発明のように、基材が鋼材であり、低融点金属粉末としてホワイトメタル粉末を用いるときには、プラズマアークの出口と基材との間の距離即ちアーク長を15～25mmとし、粉体噴出口をプラズマアークの出口より1～4mm下げることにより、適当な溶接条件で1層肉盛溶接でもFe量の希釈を小さくして溶込みの小さな肉盛溶接を行うことができる。アーク長が15mmより小さくなると、基材から反射して来る輻射熱の影響が大きくなり過ぎる。アーク長が25mmより大きくなると、アークの移行が不安定になる。粉体噴出口をプラズマアークの出口から下げる距離を1mmより小さくすると、プラズマアークからラジアル

5

ル方向に放射される光が直接的に粉体噴出口近傍に当たる量が増えて、粉体噴出口の詰まりが発生する。また粉体噴出口をプラズマアークの出口から下げる距離を4mmより大きくすると、粉体噴出口とプラズマアークとの間の距離が長くなり過ぎて、金属粉末が飛び散り、肉盛の厚み及び幅寸法を制御できなくなる。なおこの1mm~4mmの距離は、ホワイトメタルを肉盛する場合に好ましい値であるが、他の低融点金属を肉盛溶接する場合にも、ほぼこの値を用いることができる。ちなみに高融点の金属粉末を従来のプラズマトーチを用いて粉体プラズマアーク肉盛溶接法により肉盛溶接する場合の、平均的なアーク長は10mm以下である。

【0020】基材が鋼材であり、低融点金属粉末としてホワイトメタル粉末を用いるときには、溶接電流及び粉体供給量は適宜に定めればよいが、請求項3の発明のようにプラズマガス量を特定すると、良好な肉盛溶接を得ることができる。プラズマガス量は、溶け込み量に大きな影響を与える。プラズマガス量を毎分0.8~1.3リットルの範囲にすると1層肉盛溶接でもFe量の希釈を1%以下にすることができる。ちなみに高融点の金属粉末を従来のプラズマトーチを用いて粉体プラズマアーク肉盛溶接法により肉盛溶接する場合の、平均的なプラズマガス量は毎分5リットル程度である。

【0021】また請求項4及び7の発明のように、粉体噴出口の中心を通る中心線とオリフィスの中心を通る中心線との間の角度 $\theta$ を25~37.5度に定めると、良好な溶接結果を得ることができる。この角度 $\theta$ は金属粉末のプラズマアークへの入射角となり、粉体噴出口の位置が一定であれば、この角度 $\theta$ が変わることによって、金属粉末がプラズマアークに入る位置が変わる。この角度 $\theta$ が大きくなるほど、金属粉末はプラズマアークの上部(高温部)に入射することになり、低融点の金属を高温部に入射させると、基材に到達する前に気化が発生する。またこの角度 $\theta$ が小さくなるほど、金属粉末はプラズマアークの下部(低温部)に入射することになる。しかしながらこの角度 $\theta$ が小さくなると、粉体噴出口からプラズマアークまでの入射距離が延びることになり、金属粉末の広がりが大きくなって、金属粉末の飛散量が増加する。ちなみに従来のプラズマトーチでは、この角度を45度にしてある。

【0022】

【実施例】以下図面を参照して本発明の実施例を説明する。図1は本願発明のプラズマトーチの一実施例の要部の部分断面図を示している。また図2には、本実施例で用いるノズルの拡大断面図を示している。このプラズマトーチは、ノズル1の構成を除いては、従来のプラズマトーチと同じ構成を有している。ノズル1は、環状のベース2と該ベースにろう付けされたオリフィス3とから構成される。これらベース2とオリフィス3は、それぞれクロム銅等の銅合金を金属加工して形成されている。

6

【0023】ベース2の中央部には逆円錐形状の貫通孔2aが形成されており、この貫通孔2aの先端部には、オリフィス3が嵌合されてろう付けされる段部2bが設けられている。ベース1の下部には、段部2bの先端部またはプラズマアークの出口即ちオリフィス3の出口3aよりも後方(上方)に下がった位置に平坦面2cが形成されている。またベース1の上部には、2本のシールド用リングが同心的に嵌合される2本の環状溝2d及び2eが形成されている。これら2本の環状溝2d及び2eの間には、トーチ本体4側から延びる第1及び第2の粉末供給路5a及び5bと整合して連通する粉体噴射路2f及び2gの入口部2f1及び2g1が形成されている。粉体供給路5a及び5bは、銅合金製の導電部材6内に形成され、図示しない粉体供給管に接続されている。金属粉末は、キャリアガスによって搬送される。

【0024】粉体噴射路2f及び2gは、それぞれの中心線L2及びL3がオリフィス3の軸線方向に延びる中心線L1と所定の角度 $\theta$ を成して交差するように傾斜して延びている。本実施例では、この所定の角度 $\theta$ を約30度としている。またオリフィス3の中心と粉体噴射路2f及び2gの粉体噴出口2f2及び2g2の中心との間の寸法Wは約1.3mmとしている。図5に示す従来のノズルでは、角度 $\theta$ を約45度としており、寸法Wを7.5mmとしている。尚ホワイトメタルのような低融点金属粉末を供給する場合には、角度 $\theta$ を25度~37.5度の範囲内に定めるのが好ましいことが試験によって判った。なお寸法Wは、選択した角度 $\theta$ に応じて適宜に定めればよい。

【0025】粉体噴射路2f及び2gの粉体噴出口2f2及び2g2は、平坦面2cに開口している。その結果、粉体噴出口2f2及び2g2は、オリフィス3の出口3aよりも後方に下がって位置することになる。オリフィス3の出口3aと平坦面2cとの間の距離Dが、いわゆるセットバック距離と呼ぶものであり、本発明ではこのセットバック距離を粉体噴出口2f2及び2g2の近傍で輻射熱により金属粉末が溶融しない距離に定める。金属粉末としてホワイトメタルを用いる場合には、溶接条件によっても異なってくるが、この距離Dを1~4mmに設定するのが好ましい。図1には示していないが、図2に示すように、ベース2の下部には、治具セット用の孔2h...が周方向に所定の間隔を開けて複数個設けられている。

【0026】ノズル1は、図示しない適宜の嵌合構造を介して導電部材6に嵌合されて固定されている。導電部材6の中央部には軸線方向に延びる貫通孔6aが形成されており、この貫通孔6aにセラミック製のセンタリング・ブッシュ7が嵌合されている。センタリング・ブッシュ7の内部には、タングステン電極8が挿入されている。センタリング・ブッシュ7には、図示していないが、プラズマガスをオリフィス3の内部に噴出するプラ

ズマガス噴出通路が形成されている。またベース2の貫通孔2aとオリフィス3と導電部材6の貫通孔との間に形成された冷却室内9には、導電部材6の内部に形成された冷却水供給路から冷却水が供給されている。冷却室9に冷却水が供給される結果、ノズル1全体が冷却されている。大気から肉盛溶接金属部を保護するシールドガスは、ノズル1の外周を囲むように配置されたガスノズル10から噴射される。なお図1には、ガスノズル10のガス噴出口は図示していないが、シールドガスはオリフィス3から出るプラズマアークの周囲を囲むようにガスノズル10のガス噴出口から噴射される。図1において、11a~11eはオーリングである。

【0027】このプラズマトーチを用いて、銅材（基材）の上にホワイトメタルを肉盛溶接する場合には、基本的には公知の粉体プラズマアーク肉盛溶接方法をそのまま実施すればよい。ただし、ホワイトメタルは低融点であるため、溶接条件は高融点の粉末金属を肉盛する場合と異なってくる。まずオリフィス3の出口3aと基材12の表面との間のエクステンション距離即ちアーク長Hは、15~25mmの範囲内にするのが好ましい。そしてセットバック距離Dは、1~4mmとするのが好ましい。

【0028】次に前述のプラズマトーチを用いてホワイトメタルを粉体プラズマアーク肉盛溶接方法により肉盛溶接する場合の、溶接電流、プラズマガス量、ホワイトメタル粉末の送給量等についての条件を説明する。溶接電流は、アーク長と粉体の供給量及びプラズマガスの供給量に応じて定まるため、一概に範囲を特定することはできない。プラズマガス量は、毎分0.8~1.3リットルの範囲にするのが好ましい。これは毎分0.8リットルより少なくすると、十分な溶け込み量が得られな\*

\*くなる問題が生じ、プラズマガス量を毎分1.3リットルより多くなると溶け込み量が多くなり過ぎて、Feの希釈量が1%より多くなるからである。Feの希釈量が大きくなってもよい用途では、プラズマガス量を更に増やしてもよいのは勿論である。ホワイトメタル粉末の送給量も、溶接電流、ウィービング速度、アーク長等の他の因子との関係で定まることになるため、その範囲を特定することはできない。ホワイトメタルを肉盛する場合の、トーチのウィービング速度は任意である。

【0029】次に、オリフィス3の出口3aと平坦面2cまたは粉体噴出口2との間の距離D、即ちセットバック距離を0~5.0mmの範囲で変えた場合の溶接作業性を調べるために行った試験の結果について説明する。この試験では、図2に示した構造のプラズマトーチを用いて銅材上に実際に粉体プラズマアーク肉盛溶接方法を用いてホワイトメタルを肉盛溶接した。試験に用いたホワイトメタルは、JISで規定されるSn基ホワイトメタル〔2種〕で、その化学成分は、Sbが9.1重量%、Cuが5.3重量%、Pbが0.01重量%、Znが0.01重量%、Feが0.03重量%、そして残部がSnであった。比較のために、図5に示す従来のノズルを用いたプラズマトーチ（セットバック距離0mm、 $\theta$ が45度、Wが7.5mm）についても同じ条件で作業性を試験した。結果は、下記の表1に示す通りである。下記の表には記載していないが、溶接速度は50mm/minであり、ウィービング幅は20mmであり、ウィービングの回数は30回/minであった。試験結果は、表1に示す通りであった。

【0030】

【表1】

エクステンション (mm)	セットバック 距離 (mm)	肉盛溶接条件			肉盛溶接作業性			
		電流 (A)	粉末供給量 (g/min)	プラズマガス量 (l/min)	粉の 付着	粉の 飛散	ビード 形状	総合 評価
10	0	120	25	1	×	○	×	×
	0.5	120	25	1	×	○	×	×
	1.0	120	25	1	△	○	△	△
	1.5	120	25	1	○	○	○	○
	2.0	120	25	1	○	○	○	○
	3.0	120	25	1	○	○	○	○
	4.0	120	25	1	○	△	△	△
	5.0	120	25	1	○	×	×	×

上記表1の結果から判るように、ホワイトメタルを粉体プラズマアーク肉盛溶接方法により肉盛溶接する場合に、セットバック距離を1~4mmの範囲にするのが好ましい※50

※しい。セットバック位置0mm（プラズマアーク柱が発生する面と粉末噴出口が同一レベル）では、粉の飛散は良好であるが、粉づまりが著しくてビードが形成できな



った。また0.5mmセットバックしても粉づまりが発生した。1mmセットバックした場合には、長時間溶接すると多少の粉づまりが発生するが、溶接が不可能になるような粉づまりは発生しなかった。またこの場合には、ビード形状が多少悪くなるが、実用上は問題がなかった。4mmセットバックした場合には、粉の飛散が発生し、ビード形状が多少悪くなるが、実用上は問題がなかった。セットバック位置1.5mm～3.0mmのノズルでは、粉づまりもなく安定したビード形状が得られ、問題がなかった。しかしセットバック位置を5.0mmとした場合粉\*10

\*づまりは発生しないが、粉の飛散が起こり、ビード形状が悪くなった。溶接電流及びエクステンション距離を変える場合でも、セットバック距離は1～4mmの範囲にするのが好ましい。

【0031】次に、従来からの肉盛方法であるTIG溶接法と本発明のプラズマトーチを用いて粉体プラズマアーク肉盛溶接を行い、肉盛溶接部のFe量について調べた。その結果を表2に示す。

【0032】

【表2】

溶接方法	セットバック距離 (mm)	肉盛層	電 流 (A)	溶接速度 (mm/min)	肉盛高さ (mm)	肉盛部のFe量 (%)
従来法 TIG	—	1	190	40	3	4.8
		2	160	55	5	0.3
本発明 粉体プラズマ 肉盛溶接法	2.0	1	120	70	3	0.5
	3.0	1	120	70	3	0.5
	4.0	1	120	70	3	0.5
	2.0	1	100	70	3	0.3
			120	70	3	0.5
			140	70	2.8	1.7

TIG溶接法により1層肉盛を行った場合の肉盛部のFe量は4.8%であり、2層肉盛を行った場合の肉盛部でFe量は0.3%であった。これに対して本発明の粉体プラズマアーク肉盛溶接法では、1層肉盛を行った場合の肉盛部のFe量はセットバック位置が2.0mm, 3.0mm, 4.0mmとも0.5%で同じであった。しかし、セットバック位置を2.0mmにしたノズルで電流値を100A, 120A, 140Aと変化させた場合、1層肉盛による肉盛部のFe量は電流値の上昇に伴い多くなった。この結果から、肉盛部のFe量をできるだけ減らすためには、できるだけ溶接電流を小さくするのが好ましいことが判る。

【0033】図3及び図4は、本発明のプラズマトーチに用いることができる他のノズルの変形例を示している。図3のノズルでは、粉体噴射路2f及び2gの粉体噴出口2f2及び2g2がオリフィス3の出口3aの径方向外側に形成された凹部2h、2h内に開口している。これらの凹部2hの内壁部は、粉体噴射路2f及び2gが延びる方向に同様に延びている。

【0034】図4のノズル2h'は、凹部2h'の内壁の径方向外側の壁部がオリフィス3の軸線方向に延びる中心線L1と平行に延びている点で図3のノズルと凹部※50

※2hの形状が相違する。

30 【0035】

【発明の効果】本発明によれば、粉体噴出口近傍で輻射熱により金属粉末が溶融しない位置まで粉体噴出口をオリフィスの出口より後方に下げたプラズマトーチを用いるため、ホワイトメタル等の低融点金属粉末を用いても、粉体噴出口近傍で粉体が溶融または半溶融状態にならないため、粉体噴出口が溶融して凝固した金属によって塞がれることがない。そのため粉体プラズマアーク肉盛溶接により、低融点金属粉末を用いて支障なく1層肉盛溶接を行うことができる利点がある。また粉末の供給がスムーズに行われるため、連続的なアーク状態となり、正常なビード形状が得られる利点がある。

【0036】請求項2及び6の発明によれば、基材が鋼材であり、低融点金属粉末としてホワイトメタル粉末を用いるときに、オリフィスの出口と基材との間の距離を15～25mmとし、粉体噴出口をオリフィスの出口より1～4mm下げることにより、適当な溶接条件で1層肉盛溶接でもFe量の希釈を小さくして溶込みの小さな肉盛溶接を行うことができる利点がある。

【0037】請求項3の発明によれば、基材が鋼材であり、低融点金属粉末としてホワイトメタル粉末を用いる

## Patent Abstracts of Japan

PUBLICATION NUMBER : 07099097  
 PUBLICATION DATE : 11-04-95

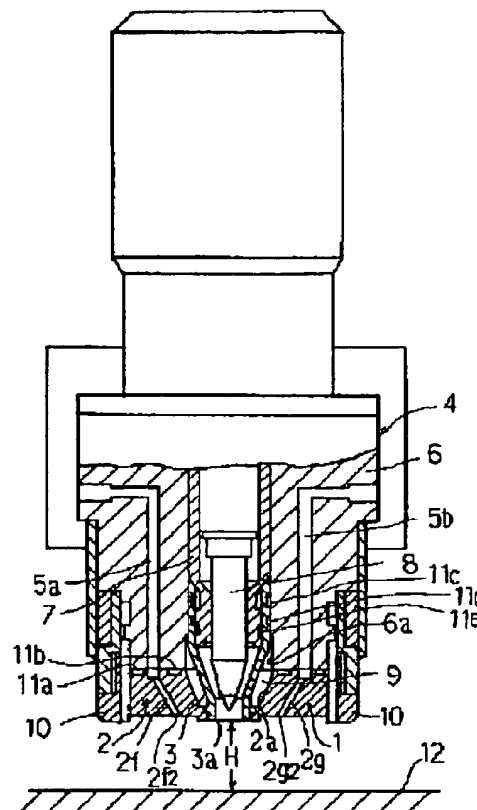
APPLICATION DATE : 29-09-93  
 APPLICATION NUMBER : 05242416

APPLICANT : NIPPON UERUDEINGUOTSUTO KK;

INVENTOR : MIKI RYOJI;

INT.CL. : H05H 1/42 B23K 10/00 B23K 10/02

TITLE : POWDER PLASMA ARC  
 PADDING-WELDING METHOD AND  
 PLASMA TORCH



ABSTRACT : PURPOSE: To cladding-weld low-melting-point metallic powder such as white-metal powder by powder plasma arc cladding-welding.

CONSTITUTION: Low-melting-point metallic powder such as white-metal powder is melted to make cladding welding on a base material 12 by using a plasma torch, for blowing out metallic powder toward a plasma arc from powder nozzles 2f2 and 2g2 arranged in the outside of the outlet of the plasma arc, that is, the outlet of an orifice 3. The plasma torch has a nozzle wherein powder nozzles 2f2 and 2g2 are retreated rearward than the outlet 3a of the orifice 3 to a position in the vicinity of the powder nozzle where metallic powder is not melted due to radiation heat. The powder nozzles 2f2 and 2g2 are retreated by 1-4mm from the outlet of the orifice.

COPYRIGHT: (C)1995,JPO